茶乳之組成與茶湯膜濃縮

趙育漳[1] 蔣丙煌[2]

[1] 私立中華醫術專科學校

[2] 台灣大學食品科技研究所

摘要：茶乳之組成和使用茶葉種類，有極大的關係。以全發酵性的紅茶和部份發酵性的包種茶爲例，前者因大部分的多元酚，在製作過程中氧化爲較高分子量的聚合型態，故較易形成茶乳，且組成以該類的多元酚爲主，如茶黃質(Theaflavins)及茶紅質(Thearubigins)。後者因發酵程度輕微，所形成茶乳的多元酚組成以單純的酯型兒茶素爲主。且茶湯中的咖啡因是形成茶乳的重要成份。其他的化學組成包括蛋白質、果膠質及離子。在包種茶中並發現有少量的胺基酸參予。以不經相變化的逆滲透濃縮方式進行包種茶濃縮時，得知茶乳存在時，在短時間內就會形成膜淤積，造成操作效率的降低，而適度的提高濃縮溫度，除可克服茶乳對透流率的影響外，且顯著縮短濃縮時間，可得到較好的茶湯品質。

關鍵字：包種茶、茶乳濃、縮逆滲透

前　　言

進幾年來，茶飲料在國內的果蔬汁飲料市場上，佔有相當重要的地位。82年更首度超越碳酸飲料的銷售量，達到116億的銷售額，預估市場將穩定成長。因此茶湯加工多樣化的開發，已刻不容緩。但茶湯加工中，因濃度較高或低溫儲放時所造成的混濁沈澱，也一直困擾茶湯加工，一般稱此混濁沈澱物爲茶乳(Tea cream) (Roberts, 1963)。雖然茶乳可作爲紅茶品質的指標，但在加工上茶乳的形成會造成操作的困難，如茶乳的淤積造成濃縮效率的降低，故必須增加去除茶乳的程序，而茶乳的去除更會降低茶湯品質。因此實有必要了解茶乳的組成，以作爲日後研究茶乳抑制方法之參考。

又茶湯多元化利用開發中，茶湯濃縮可提供作爲其他用途(如速溶茶之製作)，因此有其重要性。常用濃縮的方法包括冷凍濃縮、蒸發濃縮及膜濃縮。冷凍濃縮因低溫操作，可得較好品質，但成本高無法符合商業需求。蒸發濃縮因牽涉加熱及香味物質的流失，無法適用品質較好之茶類。因此利用不經相變化及較省能源的膜濃縮來進行茶湯濃縮，有其優點。本報告將介紹茶乳的組成及膜濃縮之影響，藉此作爲茶湯加工之參考。

討　　論

茶乳之組成

歸納目前有關茶乳組成之分析，如表一。紅茶茶乳之化學組成，首先由Bradfield and Penney (1944)提出，他們發現在紅茶茶乳中，有咖啡因和可溶於ethyle acetate的多元酚類。Roberts (1963)以濾紙薄層分析紅茶茶乳中多元酚類的組成指出，茶乳主要是以多元酚的氧化產物－茶紅質 (thearubigins) 和茶黃質 (theaflavins) 爲主要組成，並含少量的 epicatechin gallate (ECG)、Epigallocatechin gallate (EGCG) 和 Bisflavanol A。另外，咖啡因也是重要組成之一，在不考慮其他組成時，茶紅質、茶黃質

及咖啡因三者，構成茶乳比率依序約爲66：17：17，且經定性分析證實，茶乳中含有果膠質。但是茶乳之組成比率，會隨茶葉種類、其他成份及總固形物等因素而有不同。Smith(1968)更進一步指出紅茶茶乳，除上述組成外尙包括Myricitin-3-glucoside、Quercetin-3-glucoside、Kaempferol-3-rhamno-glucoside、Triacetidin、少量無機物(主要爲鈣及鉀離子)、非咖啡因的含氮化合物及Chlorophyll等。Nagalakshmi and Seshadri(1983)分析茶乳中的含氮化合物時指出,除了含有咖啡因外,還有蛋白質及似腐植酸物質(Humic acid-like substance)，且認爲蛋白質和多元酚類形成複合物，是茶乳形成的重要影響因素，另外他們分析茶乳的氨基酸組成，並未發現茶湯中佔最多量的茶胺酸(theanine)，因此推論游離氨基酸，不參與茶乳的形成。Hazarika et al (1984)以 Sephadex LH-20 管柱分析茶乳的茶紅質，認爲紅茶中含高分子量的茶紅質較多時,較易形成茶乳。Seshadri and Nagalakshmi (1988) 以溶劑直接萃取茶乳的脂質中鑑定出有 1-triacontanol、α-spinasterol、dihydro-α-spinasterol和其它的脂肪酸成份，推論可能是茶葉中存有界面活性劑，如磷脂質、皀素等，在萃取時將水不溶性脂肪酸帶入茶湯中，並以疏水鍵和其他成份聚合。在部份發酵茶類方面(趙，1994)，因其發酵程度和紅茶有很大的差別，所以其茶乳組成也有很大的不同，以包種茶爲例，其多元酚主要組成是酯型的兒茶素-ECG和EGCG爲主。其他組成包括咖啡因、蛋白質、果膠質及鈣離子，且胺基酸亦會參予茶乳形成(圖一)。

茶湯之膜濃縮

有關於茶湯膜濃縮的報導，直至目前爲止尙少見。Schreier et al.(1984)以逆滲透進行不同的種類的紅茶的濃縮,濃縮倍數可達到6.5倍。Tamaki et al.,(1986)以超過濾(MWCO 40,000-50,000)在5-15℃下去除茶乳。Buhler and Olofesson (1986) 以 hybrid RO-UF-Distillation進行濃縮，首先茶湯先以蒸氣蒸餾，將茶的香氣成份加以收集，再經MWCO 500-5,000的膜去除茶乳，以RO濃縮，濃縮液再和香氣成份混合。Bonneau (1981)以不同的MWCO的膜分離，去除Alkaloids terpenes及benzpyrene等成份，再製成速溶茶。在我們利用逆滲透膜濃縮包種茶湯的實驗中，發現茶乳的存在對於透流率有相當大的影響(如圖二)，在進行濃縮的初期即因茶乳淤積，使得平均透流率爲去除茶乳的50%，另外也發現，適當提高操作溫度，可以避免茶乳的影響，且有效的縮短濃縮時間(圖三)，由香味及湯色的品評也得知有較少的品質變化(圖四)。

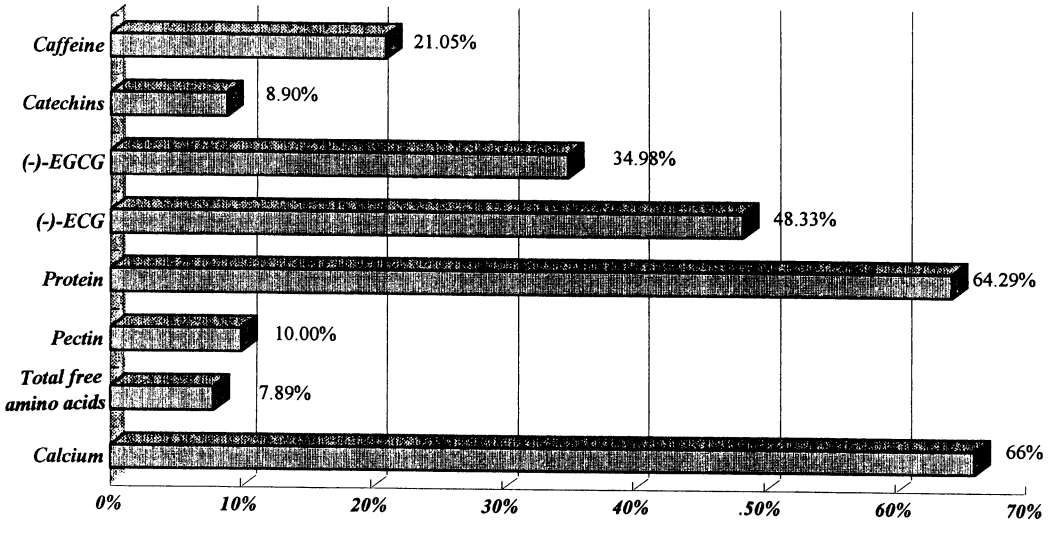

Fig.1. Reduction of major components in Paochung tea infusion after decreaming
圖一、包種茶湯去除茶乳後組成份的減少情形

表一、茶乳之組成
Table 1. Compsitions of tea cream

Type of tea	Components	Percentage	References
Black tea	Theaflavins	-	Brandfield and Penny,1994
	Theaflavic acid	-	
	Flavonol glyosides	-	
Black tea	Thearubigins	66%	Roberts,1963
	Theaflavins	17%	
	Caffeine	17%	
	ECG	-	
	EGCG	-	
	Pectin	-	
	Calcium	-	
Black tea	Thearubigins	-	Smith,1968
	Theaflavins	-	
	Caffeine	-	
	Myricitin-3-glucoside	-	
	Quercentin-3-glucoside	-	
	Kaempferol-3-rhamno-glucoside	-	
	Triacetidin	-	
	Potassium	-	
	Calcium	-	
	Chlorophyll	-	
Black tea	Humic acid-like substance	-	Nagalakshmi and Seshadri,1963
Black tea	1-Triacontanole	-	Nagalakshmi,1988
	α -Spinasterol	-	
	Dihydro- α -spinasterol	-	
	Other fatty acids	-	
Black tea	Thearubigins	86%	Powell et al.,1993
	Theaflavins	12%	
	Flavonol glycosides	2%	

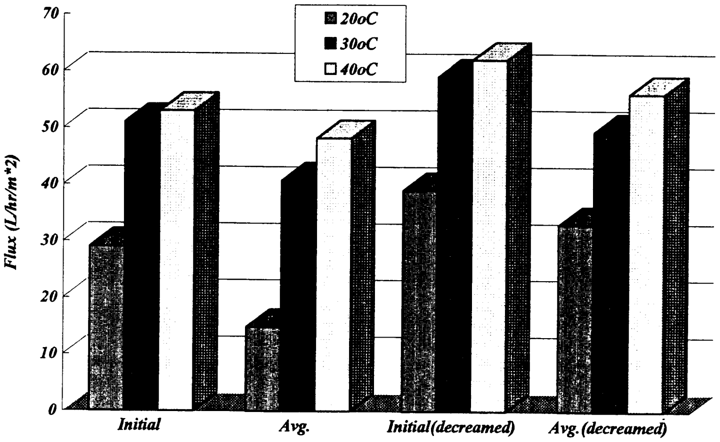

Fig.2. Effect of tea cream on the permeate flux during RO concentration of Paochung tea infusion operated at various temperattures.

圖二、在不同溫度下包種茶湯濃縮透流率的影響

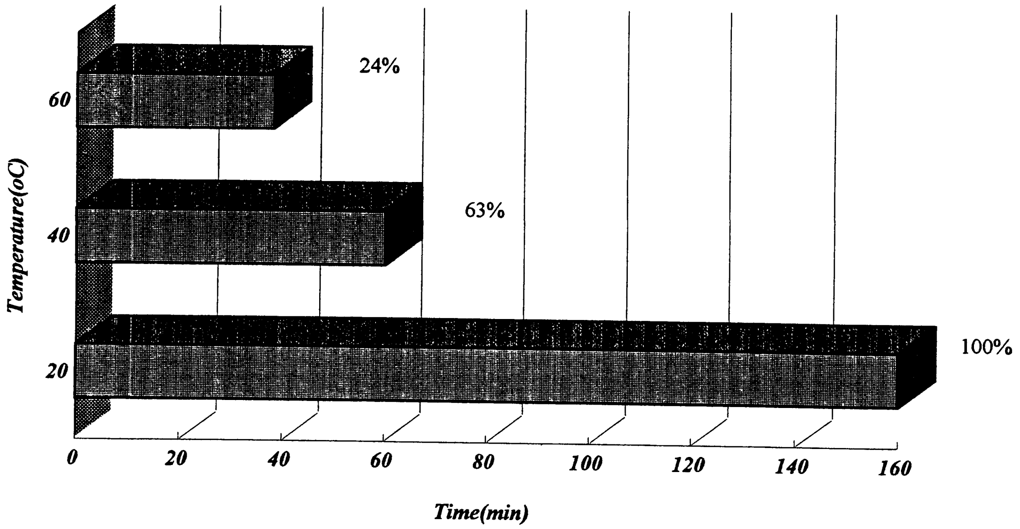

Fig.3. The process time required for RO concentration of Paochung tea infusion to WCR of 4.40 at various temperatures.

圖三、在不同溫度下濃縮包種茶湯至4.40重量濃縮比所需的時間

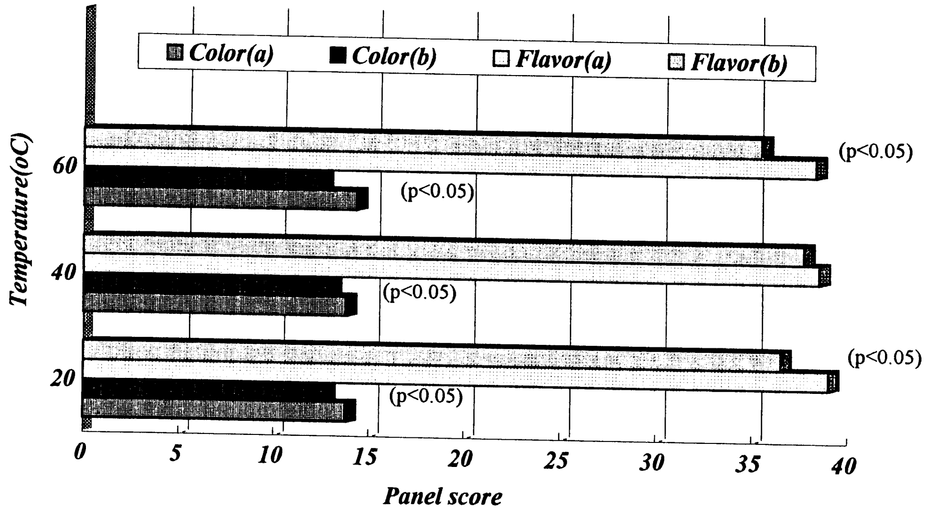

Fig.4. Panel score of color and flavor of Paochung tea infusion.(a), original infusion; (b), concentrated infusion, the tea infusion was concentrated at various temperatures and then reconstituted to its original concentration before panel test.

圖四、在不同溫度濃縮包種茶湯之品評結果

結　論

紅茶和部份發酵茶在發酵程度的不同，造成其茶乳組成有相當大的差異。在包種茶中以兒茶素爲主，近年兒茶素已被證實具有生理功能，因此如何保有茶湯中的兒茶素，且不會和咖啡因形成茶乳造成加工的困擾，對部份發酵性茶湯加工而言是相當重要的課題。而這方面的研究，更有待各成份間如何鍵結的了解。

在茶湯濃縮方面，利用茶乳在不易形成的溫度下進行濃縮，能因濃縮時間的縮短有助於品質的保持，唯因茶乳仍然存於濃縮茶湯中，影響茶湯的均勻性，是亟需改善的地方。

參考文獻

1.趙育淳。1994。包種茶湯之茶乳形成及其對膜濃縮加工之影響。國立台灣大學食品科技研究所博士論文。

2.Bee, R.D., Izzard, M.T., Habron, R.S. and Stubbs, J.M. 1987. The morphology of black tea cream. Food Microstructure 6:47.

3.Bailay, R.G., McDowell, I. and Nursten, H.E. 1990. Use of an HPLC photodiode -array in a study of the nature of black tea liquor. J.Sci. Food Agric. 52:50 9.

4.Bradfield, A.E. and Penny, M. 1944. The chemical composition of tea : The proximate composition of an infusion of black tea and its relation to quality, J. Soc. Chem. Ind. 63:306.

5.Buhler, M and Olofsson, M. 1981. Process for the preparation of concentrated extracts of coffee tea or substitutes therefore, UK patent GB 2057849.

6. Collier, P.D.,Mallows, R and Thomas, P.E. 1972. Interactions between theaflavins, flavanols and caffeine. Phytochem. 11:867.

7.Hazarika, M. Chakravarty, S.K. and Mahanta, P.K. 1984. Studies on thearubugins pigments in black tea manufacturing systems. J.SCI. Food Agri. 35:1208.

8.Martin, R., Lilley, T.H. Bailey, N.A. Falshaw, C.P. Hasiam, E. Millin, D.J and Rustidge, D.W. 1967. Tea manufacture. Process Biochem. 2:9.

9.Nagalakshmi,S., Jayalakshmi, R. and Seshadri, R. 1985. Approaches to decreaming of black tea infusions by solvent decaffeination and tannase treatment. J. Food Sci. Technol. 22:198.

10.Nagalakshmi, S andc Seshadri, R. 1983. A study of nitrogenous constituents of tea cream. J.Food Sci. Technol. 20:243.

11.Nakagawa, M and Anan, T. 1979. A simple determination method of total amino acids in tea. Tea Research Journal 50:56.

12.Roberts, E.A.H. 1963. The phenolic substances of manufactured tea. X.- The creaming down of tea liquors J. Sci.Food Agric. 14:700.

13.Rutter, P.and Stainsby, G. 1975. The solubility of tea cream. J.Sci. Food Agric. 26:455.

14.Sanderson, G.W. 1972. The chemistry of tea and tea manufacturing. in"Structural and functural aspects of phytochemistry." Runeckles, V.C andTso, T.C. Eds. p247. Academic press.NY.

15.Smith, R.F. 1968. Studies on the formation and composition of cream in tea infusions. J. Sci. Food Agric. 19:530.

16.Tamaki, Y., Yamamoto, K. and Yasuda, T. 1986. Processing of tea extract. Japane se patent 6336745.

Composition of Tea Cream and Membrane Concentration of Tea Infusion

Yuh-Chung Chao[1], Been-Huang Chiang[2]
[1] China Junior College of Medical Technology
[2] Graduate Institute of Food Science and Technology, National Taiwan University

Abstract

The composition of tea cream formed during tea infusion extraction varied with the types of teas used. The theaflavins and thearubigins, which are high molecular weight oxidized polyphenols, were the major phenolic compounds in black tea cream. However, simple and unoxidized polyphenols, ester-forms of catechins were the major phenolic compounds in Paochung tea cream. Caffeine was another important compound of tea cream. Protein, pectin and calcium also participated in the tea cream formation. Some of free amino acids were also found in Paochung tea cream.

During the reverse osmosis concentration of Paochung tea infusion, tea cream quickly decreased the flux of infusion due to the fouling effect, Elevating the operation temperature decreased the effect of tea cream on the flux and reduced operation time, thus could obtain a high quality tea concentrate.

Key words: Paochung tea, tea cream, concentration, reverse osmosis